مجله علمی ـ پژوهشی زیست‌شناسی جانوری تجربی
سال ششم، شماره سوم، پیاپی بیست و سوم، زمستان ۱۳۹۶ (۱۴۱-۱۲۷)

مناطق کلیدی برای حفاظت از خرس قهوه‌ای (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758) ماده در البرز مرکزی

باقر نظامی[۱*]، فرهاد عطایی[۲]، حمیدرضا حیدری[۳]، افشین علیزاده شعبانی[٤]، رحمان اسحاقی[٥]، رحمان نعیمایی[٦]

۱. استادیار، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج
۲. کارشناس، دانشکده محیط زیست، سازمان حفاظت محیط زیست، کرج
۳. کارشناس ارشد، محیط زیست، دانشگاه منابع طبیعی گرگان
٤. استادیار، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
٥. محیط‌بان، البرز مرکزی، اداره کل حفاظت محیط زیست استان مازندران
٦. محیط‌بان، البرز مرکزی، اداره کل حفاظت محیط زیست استان مازندران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹٥/٤/۲٦ - تاریخ تصویب: ۱۳۹٦/۱۱/۲۸)

چکیده

هدف از این مطالعه، رسیدن به یک مدل مطلوبیت زیستگاهی مبتنی بر داده‌های حضور خرس قهوه‌ای ماده و شناسایی فاکتورهای مهم در انتخاب زیستگاه است. شناسایی این مناطق نقش بسیار مهمی در حفاظت از خرس قهوه‌ای خواهد داشت. در این راه با توجه به عوامل مؤثر در تعیین کیفیت زیستگاه، نتایج حاصل به‌صورت یک نقشه پیش‌بینی پراکنش زیستگاه‌های مطلوب و اولویت‌بندی دامنه تغییرات متغیرهای زیست‌محیطی تأثیرگذار بر این مطلوبیت ارائه می‌شود. لذا داده‌های لازم برای مدیریت و حفاظت گونه و زیستگاه مطلوب آن از طریق تعیین پاسخ گونه به محیط‌زیست و پارامترهای شناسایی‌شده تسهیل خواهد شد. در این بررسی از روش بیشترین بی‌نظمی برای مدل‌سازی زیستگاه خرس قهوه‌ای در منطقه حفاظت شده البرز مرکزی استفاده شد. داده‌های در دسترس برای تعیین اولویت انتخاب زیستگاه شامل یک مجموعه نقاط حضور گونه براساس مشاهدات میدانی و همچنین متغیرهای زیست‌محیطی منطقه مورد مطالعه است. صحت مدل به دست آمده از نتایج، حد استاندارد بالای ۰/۸۹ را نشان می‌دهد. براساس تحلیل جک نایف نیز متغیر بارندگی سالیانه، مؤثرترین پارامترهای حضور گونه بوده و همچنین پوشش گیاهی منحصربه‌فردترین اطلاعات را در اختیار مدل قرار داده است.

واژه‌های کلیدی: انتخاب زیستگاهی، خرس قهوه‌ای، منطقه حفاظت شده البرز مرکزی، بیشترین بی‌نظمی، بارندگی سالیانه.

Key Source Area to Conserve Brown Bear *Ursus arctos* Linnaeus, 1758 in Alborz Mountain

Bagher Nezami[1*], Farhad Ataei[2], Hamidreza Heydari[3], Afshin Alizadeh Shaabani[4], Rahman Eshaghi[5], Rahman Naeimaei[6]

1. Assistant Professor, Department of Natural Resources and Biodiversity, Collage of Environment, Karaj, Iran
2. Expert, Collage of Environment, Karaj, Iran
3. M. A., Department of Natural Resources, Gorgan University of Natural Resources, Gorgan, Iran
4. Assistant Professor, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran
5. Game Guard, Department of Environment, Mazandaran Province, Iran
6. Game Guard, Department of Environment, Mazandaran Province, Iran

(Received: Jul. 16, 2016 - Accepted: Feb. 17, 2018)

Abstract

The main goals of this research are predicting the suitable habitat distribution, identifying habitat selection of brown bear and the main effective factors in Central Alborz Protected Area on spring and summer when they have yearling cubs. Identifying core areas, as source populations, have a key role to conserve of the species. The results are showed as a predicted map of suitable habitat patches distribution and priority of influence factors, according to the species fundamental niche. The required data are a set of species occurrence coordinates (presence points) according to the field observations and study areas' environmental parameters layers. In this study we used Maximum Entropy Model for habitat modeling in central Alborz protected area. The presence data were gather from field surveys. The AUC values is 0.89 indicating good performance of the model. Jackknife graph showed that annual precipitation is the most effective parameter and vegetation is the most individual parameter. The predicted habitat of species showed a seasonal pattern of distribution. This results can be used to manage and conserve species in suitable habitats according to the species response to the environmental factors.

Keywords: Habitat Selection, Brown Bear, Central Alborz Protected Area, Maximum Entropy, Annual Precipitation.

* نویسنده مسئول: باقر نظامی E-mail: nezamibagher@gmail.com

مقدمه

تحلیل زیستگاه حیات وحش، شناسایی مناطق بالقوه زیست و منابع دارای اولویت برای بقای گونه‌ها از اهمیت فراوانی برخوردار است (Nawaz, 2008)، تا بتوان زیستگاه‌های مطلوب باقیمانده را برای بقای گونه‌ها حفظ کرد. مدل‌سازی مطلوبیت زیستگاه می‌تواند برای پیش‌بینی، شناسایی و حفاظت از زیستگاه‌های مهم و مطلوب و عوامل مؤثر بر این مطلوبیت، ابزار و هدف اصلی و کلیدی حفاظت در مدیریت گونه‌ها باشد (Franklin, 2010).

پستانداران گوشتخوار بویژه آنها که در رأس هرم غذایی جا دارند، کلید و معیاری از سلامت و غنای گونه‌ای جوامع بوده و نقش کلیدی در تنوع زیستی مناطق داغ ایفا می‌کنند (Sergio *et al.*, 2008; Erfanian *et al.*, 2013). در این ارتباط مدل‌های توزیع گونه (SDMs[1]) مهمترین ابزار به منظور دستیابی روشن از محیط زیست مطلوب گونه‌ها بوده (Franklin, 2010; Guisan *et al.*, 2013) و می‌توانند اطلاعات کاملاً مستندی برای تصمیم‌گیری‌ها و اهداف حفاظتی فراهم کنند (Rodriguez *et al.*, 2007; Guisan *et al.*, 2013).

در این مطالعه از روش مدلسازی زیستگاه با استفاده از تکنیک نقاط حضور، که کاربرد زیادی در مطالعات الگوی پراکنش دارد (Robertson *et al.*, 2001; Hirzel *et al.*, 2002)، به تعیین و شناسایی زیستگاه‌های بالقوه مطلوب برای زادآوری خرس‌های قهوه‌ای ماده در سطح منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی پرداخته شد. روش مورد استفاده برای شناسایی زیستگاه مطلوب الگوریتم حداکثر بی‌نظمی (MaxEnt) است. مکسنت فن یادگیری ماشینی است که می‌تواند برای پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه‌های جانوری و یا گیاهی و یا نهادهای مورد علاقه دیگر مورد استفاده قرار گیرد (Phillips *et al.*, 2004; 2006; 2009)؛ رویکردی که در ارزیابی زیستگاه گونه‌های حیات‌وحش، اهمیت بالایی دارد. این رویکرد با به‌کارگیری تحلیل‌های آماری چند متغیره و سامانه اطلاعات جغرافیایی احتمال حضور و یا عدم حضور گونه در مجموعه‌ای از شرایط زیستگاهی را برآورد می‌کند (Guissan & Zimmerman, 2000). الگوریتم مکسنت در شرایطی که اندازه نمونه‌ها کوچک است، با استفاده از متغیرهای زیست محیطی رقومی بهتر از مدل‌های دیگری که فقط با داده‌های حضور عمل می‌کنند، نتیجه می‌دهد. در این بررسی داده‌های حضور، به دو دسته داده های آموزشی و آزمونی تقسیم شدند. خروجی این مدل که به صورت نقشه‌های مطلوبیت زیستگاه است، اهمیت زیادی در اقدامات حفاظتی نظیر تعیین اولویت‌های مکانی حفاظتی و تعیین مرزبندی مناطق تحت حفاظت دارد. با استفاده از نتایج این مدل ها علاوه بر آگاهی از عوامل زیست محیطی تأثیرگذار بر مطلوبیت زیستگاه یک گونه و ترتیب اهمیت آنها، می‌توان زیستگاه‌های مطلوب برای گونه را در سطح منطقه تحت حفاظت مشخص کرده، نسبت به اتخاذ اقدامات مدیریتی مناسب اقدام کرد.

حوزه پراکندگی و انتخاب زیستگاه خرس قهوه‌ای در جهان از ارتفاع هم‌سطح دریا تا ۵۰۰۰ متری گزارش شده است (Sathyakumar, 2006). توزیع خرس قهوه‌ای در ایران در دامنه پراکندگی جهانی خرس قهوه‌ای قرار داشته (Gholamhosseini *et al.*, 2010) و رشته‌کوه‌های البرز مهمترین زیستگاه بزرگترین گوشتخوار خشکی‌زی کشور است (Etemad, 1985; Kiabi *et al.*, 1994; Gutleb & Ziaie,

1. Species distribution models

Nezami & 1999; Gutleb *et al.*, 2002; Farhadinia, 2011; Ataie, 2009). این گونه که از آن به عنوان چتر[1] یاد می‌شود (Carroll *et al.*, 2001; Nezami, 2012) در انواع اکوسیستم‌های البرز مرکزی پراکندگی دارد (Ataie, 2009) (Nezami *et al.*, 2010). زیستگاه‌هایی که تنوع بالایی از گونه‌های جانوری بویژه پستانداران بزرگ جثه مانند پلنگ ایرانی (*Panthera pardus saxicolor*)، مرال (*Cervus elaphus maral*)، شوکا (*Capreolus capreolus*)، کل و بز (*Capra aegagrus*)، قوچ و میش (*Ovis orientalis*)، سیاه گوش (*Lynx lynx*) و گرگ (*Canis lupus*) نیز پراکندگی دارند (Darvishsefat, 2006; Ziaie, 2008; Nezami *et al.*, 2010). لذا می‌تواند از آن برای استراتژی حفاظتی مؤثرتر بویژه در سراسر محدوده زیستگاهی جنگلی و نیمه جنگلی مناطق کوهستانی البرز که از غنای گونه‌ای جانوری تهدید شده بالایی برخوردارند، استفاده کرد. منطقه حفاظت شده البرز مرکزی در مرکز رشته کوه‌های البرز، علاوه بر آنکه از پرتراکم‌ترین زیستگاه‌های خرس قهوه‌ای در ایران است (Nezami & Farhadinia, 2011)، یک محدوده زادآور خرس قهوه‌ای ماده[2] نیز بوده و همچنین غنا گونه‌ای[3] فون پستانداران بزرگ جثه در آن کم نظیر است (Nezami *et al.*, 2010).

یک محدوده زادآوری ماده‌ها منطقه‌ای با امنیت بسیار بالا و دور از دسترس خرس‌های نر به واسطه توله‌کشی[4] و سایر دشمنان بویژه دسترسی انسان است و خرس‌های ماده در آن زادآوری داشته و زیستگاه‌های همجوار چاهک را که زاد و ولد پایینی دارند، حمایت می‌کند (Swenson, 1994; Nezami & Farhadinia, 2011; Nezami, 2012). از این رو، شناخت عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه زادآوری گونه نقش مهمی برای توصیف توزیع گونه و مناطق منبع جمعیتی[5] داشته و این امکان را فراهم می‌کند تا بتوان بین زیستگاه‌های مختلف از نظر کیفیت، تفاوت قایل شده و از آنها در مدیریت مؤثرتر استفاده کرد (Franklin, 2010).

در این مطالعه، با استفاده از گردآوری مشاهدات حضور خرس‌های قهوه‌ای ماده، در پرتراکم‌ترین زیستگاه خرس قهوه‌ای در ایران، منطقه حفاظت شده البرز مرکزی، به بررسی و شناسایی زیستگاه زادآوری ماده‌ها و مهمترین عوامل زیست‌محیطی مؤثر در این الگوی پراکندگی و ماتریس زیستگاهی پرداخته شده که بررسی آن برای حفاظت گونه در خطر انقراض (En) خرس قهوه‌ای ایران حیاتی است. محدوده‌های ارائه شده توسط مدل، توسط پایش میدانی مجدد مورد بازدید قرار گرفت تا دلایل انتخاب این محدوده‌ها، مورد بررسی قرار گیرد.

هدف نهایی ما اطمینان از حفاظت جمعیت‌های گوشتخواران بزرگ در شبکه مناطق حفاظت شده است (Crooks *et al.*, 2011) که به افزایش ارتباط یا ارتقای اتصال مناطق پراکندگی پستانداران بزرگ در بین واحدهای زیستگاهی منبع و چاهک است (Hanks & Ovaskainen, 2000; Rabinowitz & Zeller, 2010). پویایی چشم‌انداز سرزمین و اتصال مناطقی برای برنامه‌های حفاظت شبکه زیستگاهی گونه‌ها حیاتی است (Carroll *et al.*, 2012; Dickson *et al.*, 2013). در ارتباط با اتصالات زیستگاهی باید به این نکته نیز اشاره کرد که به زیست‌شناسان

1. Umbrella Species
2. Female Core Area
3. Species richness
4. Infanticide
5. Core area population

و مدیران حفاظت اجازه می‌دهد تا به محاسبه تأثیرات ساختار اجزای چشم‌انداز در فرایندهای بوم‌شناختی و تکاملی پراکندگی گونه‌ها، جریان ژن و پویایی جمعیت‌ها بپردازند (Thuiller *et al.*, 2006; McRae & Beier, 2007; Revilla & Wiegand, 2008; Carroll *et al.*, 2012). همچنین این امر می‌تواند به مدیریت حفاظتی مؤثرتر زیستگاه‌های جنگلی در حال نابودی البرز را نیز تسهیل کند.

از آنجا که این منطقه پرتراکم‌ترین زیستگاه خرس قهوه‌ای در کشور است و از آنجا که پویایی جمعیت خرس‌های قهوه‌ای که از نرخ رشد جمعیت بسیار پایینی برخوردارند، به شدت به حضور ماده‌ها وابسته است؛ لذا بررسی انتخاب زیستگاه آنها به منظور استفاده در مدیریت و حفاظت گونه مورد بررسی قرار گرفته است (Knight & Eberhardt, 1985; Wiegand *et al.*, 1998; Boyce *et al.*, 2001; Nielsen *et al.*, 2006). در نرهای این گونه، توله کشی نیز به کرات در منطقه مشاهده شده است و این امر نیز بر رشد جمعیت اثر منفی دارد. بنابراین پیدا کردن مناطق حساس زادآوری و حفاظت از آنها که مربوط به فصل‌های بهار و تابستان است، اهمیت دوچندانی در حفاظت آن داشته و دلیل دیگری بر این مطالعه بوده است. می‌دانیم که بوم‌شناسی پناه در گونه‌ها به دلیل اثری که بر بقاء و تولیدمثل گونه دارد، حائز اهمیت است و وجود پناه مانند دیگر منابع یک عامل محدودکننده برای گونه‌هاست (Seryodkin *et al.*, 2003) که وجود آن در زیستگاه باعث افزایش مطلوبیت و کمبود آن در زیستگاه باعث کاهش تولیدمثل و در نتیجه پایین آمدن نرخ رشد و بقای جمعیت می شود (Crook, 2001).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

یکی از قدیمی‌ترین مناطق تحت مدیریت کشور، منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی است (شکل ۱) که منطقه‌ای کوهستانی در محدوده استان‌های تهران، مازندران و البرز با مساحتی در حدود ۳۹۸۸۵۳ هکتار بین طول جغرافیایی ´۵۱ °۱۴ تا ´۵۲ °۳۵ و عرض جغرافیایی ´۳۵ °۵۴ تا ´۳۶ °۳۶ از سال ۱۳۴۶ به واسطه تنوع زیستی بالای آن، بیوم‌های متنوع و چشم‌اندازهای آن حفاظت می‌شود (Darvishsefat, 2006). این منطقه از دو دامنه شمالی و جنوبی با ارتفاع ۱۰- تا ۴۱۳۰ متری، میانگین دمای سالیانه ۸ تا ۱۷ درجه سانتی‌گراد و بارندگی ۳۵۰ تا ۱۱۰۰ میلی‌متر با اقلیم نیمه‌مرطوب، مرطوب و سرد و مدیترانه‌ای گرم و نیمه‌خشک برخوردار است (Darvishsefat, 2006). دامنه مرطوب شمالی به صورت غالب پوشیده از جنگل‌های انبوه هیرکانی است. ۱۱۰۰ گونه گیاهی و ۲۶۴ گونه حیوانی در این منطقه شناسایی شده است. گونه‌های غالب گیاهی شامل راش (*Fagus orientalis*)، ممرز (*Carpinus betulus*)، انواع بلوط (*Quercus* spp.)، نارون (*Ulmus glabra*)، توسکا (*Alnus* spp.) و انوع گرامینه‌هاست (Darvishsefat, 2006).

تراکم انسان در منطقه حفاظت‌شده به جز محدوده امن آن، بالاست و بیش از ۳۰ روستا در آن قرار دارد. جاده کرج- چالوس، یکی از پرتراکم‌ترین جاده‌های ایران، مرز غربی این منطقه است. مهمترین فعالیت‌های انسانی در این محدوده شامل گاوداری و گوسفندداری، باغداری و زنبورداری است. در طول ماه‌های اردیبهشت تا شهریور، کوهنوردان زیادی نیز در این منطقه حضور دارند. تراکم جاده‌های روستایی در این منطقه نیز بالاست. با وجودی که کل محدوده پراکندگی جمعیت خرس، حفاظت‌شده است، با این حال تعداد محیطبانان منطقه و پاسگاه‌های محیطبانی بسیار اندک بوده و شکار غیرمجاز پستانداران و پرندگان بسیار رایج و بالاست. محدوده امن این منطقه مساحتی در حدود ۵۰۰۰ هکتار وسعت دارد (Nezami, 2008).

جمع‌آوری داده‌های حضور

بررسی‌های میدانی برای گردآوری داده‌های حضور خرس‌های ماده با توله در طول سال‌های ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۳ صورت گرفته است. همچنین دو نفر از اعضای تیم ما را محیط‌بانان با تجربه منطقه تشکیل می‌دهند که در دو پاسگاه محیط‌بانی منطقه با دو شیفت کاری متفاوت فعالیت دارند. دوره بازدیدهای میدانی در اردیبهشت تا شهریور هر سال بوده، چرا که در سایر فصول، سرما و برف منطقه را پوشانده است و عملاً دسترسی به مناطق زیستگاهی حتی برای محیط‌بانان نیز ممکن نیست. خرس‌های قهوه‌ای نیز به همراه توله‌های خود تنها در دوره اردیبهشت تا شهریور فعالیت دارند. بیشترین شواهد مربوط به حضور این گونه در زیستگاه‌ها نیز مربوط به فصل‌های بهار، تابستان و پاییز است. در فصل زمستان، به دلیل پناه بردن این حیوان به پناهگاه‌ها، مشاهده آن کاری دشوار و آثار و نمایه‌های بر جای مانده از آن نیز بسیار کم است (Gholamhosseini *et al.*, 2010). در مجموع ۶۳ نقطه حضور خرس ماده و توله جمع آوری شده است. نقاط توسط یک دستگاه GPS مدل Garmin 62s ثبت شده و همچنین با استفاده از یک دستگاه دوربین عکاسی مجهز به لنز ۴۰۰×۱۰۰ از آنها عکس‌برداری شد تا برای ساخت نقشه توزیع و مدل مطلوبیت گونه استفاده شود. در مجموع با حذف نقاط تکراری مشاهدات، ۳۴ نقطه برای وارد کردن به تحلیل‌ها باقی ماند. اگرچه ثبت نقاط مشاهدات خانواده‌های تکراری در محاسبات تأثیری ندارد، اما تا حدّ امکان سعی شد تا براساس ویژگی‌های ظاهری مانند رنگ، طوق گردن، تعداد توله‌ها و سایر ویژگی‌ها که در یک سال کمتر تغییر کرده اما سال به سال متغیر است، بین افراد تمایز قائل شد (Nawaz, 2008).

بر اساس (Nielsen *et al.*, 2006) ما گروه‌ها را بر مبنای سن و جنس از هم جدا کردیم تا انتخاب زیستگاه را در ماده‌های توله‌دار مورد بررسی قرار دهیم.

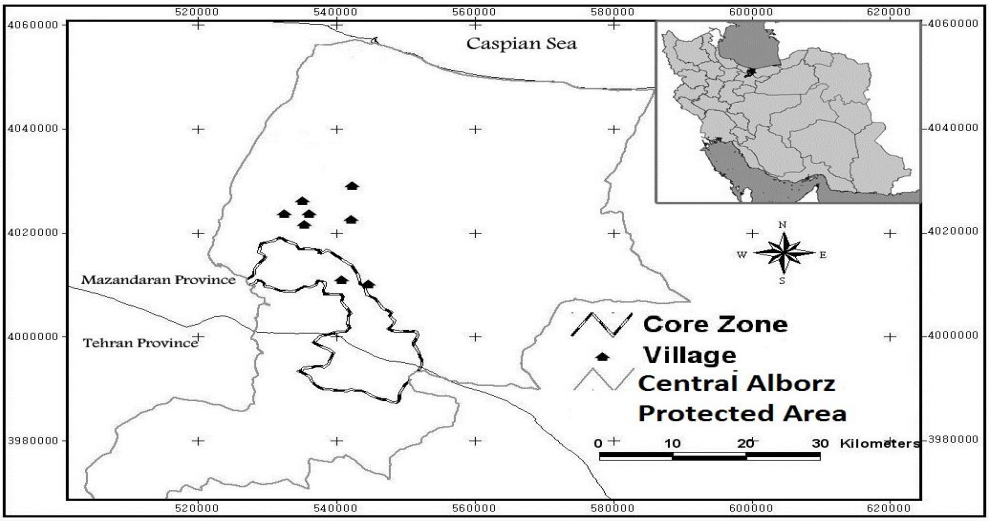
متغیرهای زیستگاهی

در این پژوهش، به منظور ساخت مدل مطلوبیت زیستگاه گونه از چند گروه از متغیرهای محیطی، شامل متغیرهای پوشش اراضی، متغیرهای مرتبط با حضور انسان، توپوگرافی و متغیرهای اقلیمی استفاده شد. انتخاب متغیرها با استفاده از مرور منابع و بررسی مطالعات مشابه انجام شده بر روی خرس قهوه‌ای و یا گونه‌ها نزدیک به آن انتخاب شد (Northrup *et al.*, 2012; Ashrafzadeh, 2015). در این بررسی در ابتدا ۲۴ عامل زیست‌محیطی، انسانی و زمین اقلیمی که بر پراکندگی و بوم‌شناسی خرس قهوه‌ای تأثیر دارند، وارد مدل شدند (Ataie, 2009).

متغیرهای اقلیمی از بانک داده WorldClim (Hijmans *et al.*, 2005) تهیه شد. این بانک داده شامل ۱۹ متغیر آب و هوایی برای کل کره زمین است و بسیاری از جنبه‌های زیستی گونه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند؛ به همین دلیل با نام متغیرهای زیست اقلیمی شناخته می‌شوند. لایه‌های پوشش اراضی و متغیرهای حضور انسان از لایه پوشش اراضی سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور استفاده شد. در این مطالعه همچنین از مدل رقومی ارتفاع به عنوان یکی از مهمترین متغیرهای فیزیوگرافیک مؤثر بر نحوه توزیع ناهمواری‌ها استفاده شد. پس از آزمون همبستگی در نرم‌افزار Arc Map 10 متغیرها، تنها هشت متغیر برای تحلیل انتخاب زیستگاه مورد بررسی قرار گرفتند.

جدول ۱. متغیرهای محیط زیستی انتخابی برای مدل‌سازی مناطق کلیدی حفاظت از خرس قهوه‌ای پس از انجام آزمون همبستگی

ردیف	متغیر	طبقه متغیر
۱	شاخص ارتفاع	توپوگرافی
۲	شیب	توپوگرافی
۳	جهت	توپوگرافی
۴	انحراف معیار تغییرات دمای فصلی	اقلیم
۵	بارندگی سالانه	اقلیم
۶	بارندگی در سردترین فصل سال	اقلیم
۷	اثر ردپای انسان	انسانی
۸	تیپ پوشش گیاهی	زیست‌محیطی



شکل ۱. منطقه حفاظت شده البرز مرکزی و موقعیت آن در ایران

بیشترین بی‌نظمی (MaxEnt)[1]

در مدل‌سازی زیستگاه حیات وحش با توجه به نوع متغیر وابسته، مدل‌های مختلفی ارائه می‌شود. اگر متغیر وابسته حضور و عدم حضور باشد، از مدل‌هایی مانند مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM)[2] استفاده می‌شود (Austin, 2002; Guisan & Zimmermann, 2000). اگر فقط داده‌های حضور گونه در دسترس باشد، از روش‌هایی مانند تجزیه و تحلیل عاملی بوم شناختی (ENFA)، الگوریتم ژنتیک (GARP) و ماکزیمم آنتروپی (MaxEnt) استفاده می‌شود (Carpenter *et al.*, 1993; Pearson & Dawson, 2003; Phillips *et al.*, 2006; Zarei *et al.*, 2015).

در این مطالعه، برای تشریح مناطق منبع و ارائه یک نقشه مطلوبیت (HSM)[3] برای ماده‌ها در منطقه حفاظت‌شده البرز مرکزی، از روش بیشترین بی‌نظمی استفاده شد. مکسنت فن یادگیری ماشینی است که می‌تواند برای پیش‌بینی توزیع جغرافیایی گونه‌های جانوری، گیاهی و یا نهادهای مورد علاقه دیگر بر اساس شرایط زیست‌محیطی مورد استفاده قرار گیرد. برخلاف روش‌های دیگر مانند رگرسیون لجستیک، مدل‌سازی حداکثر آنتروپی، به داده‌های عدم حضور که به ندرت در دسترس هستند، نیاز ندارد. مکسنت می‌تواند راه‌حل‌هایی را با یک مجموعه کوچک از مشاهدات تولید کند. البته هر چه تعداد مشاهدات بیشتر باشد، خروجی مدل به احتمال زیاد دقیق‌تر است. در این بررسی از ۲۵ درصد نقاط برای آزمون و سایر مشاهدات به عنوان نقاط تعلیمی استفاده شد. ۱۰۰۰ نقطه پس زمینه (حضور کاذب) به صورت تصادفی و اعتبارسنجی از طریق Crossvalidation از تمام منطقه مورد مطالعه انتخاب شد. ۱۰ اجرا و ۱۰۰۰ تکرار تعیین شد و نقشه نهایی ارائه شده حاصل میانگین پیش‌بینی شده در نتیجه ۱۰ مرتبه اجرای مدل‌سازی است. علاوه بر تعیین درصد سهم متغیرها با استفاده از آزمون Jackknife حساسیت‌سنجی مدل و ارزیابی اهمیت متغیرها صورت گرفت. در نهایت برای ارزیابی صحت مدل از نمودار ROC و ویژگی محدوده عملکرد زیر منحنی[4] استفاده شد. در نهایت نتایج به دست آمده از کیفیت زیستگاه برای زادآوری طبقه‌بندی شد.

از مهمترین ویژگی‌های مدل مکسنت ارائه

1. Maximum Entropy Modeling
2. Generalized Linear Model
3. Habitat Suitability Map
4. Area under receiver operating characteristic

منحنی‌های پاسخ آن است. محدوده‌های منحنی‌های پاسخ، مقدار تغییرات هر متغیر نسبت به احتمال حضور گونه را نشان می‌دهند. همچنین مدل مکسنت آزمون جک نایف را نیز ارائه می‌کند. این آزمون مقدار AUC را در سه حالت مختلف نشان می‌دهد. علاوه بر تأثیر کل متغیرها بر پیش‌بینی مدل که به رنگ قرمز نشان داده شده است، بیانگر زمانی است که مدل‌سازی با حذف متغیر مورد نظر انجام شود. یعنی زمانی که مدل با استفاده از همه متغیرها به جز متغیر مورد نظر اجرا می‌شود. میزان کاهش AUC که در نتیجه این حذف صورت می‌گیرد، نشان‌دهنده اهمیت متغیر است که هر چه این کاهش بیشتر باشد، اهمیت متغیر بیشتر است. در حالت دوم مدل‌سازی تنها با حضور یک متغیر صورت می‌گیرد تا میزان تأثیر آن متغیر را در پیش‌بینی مدل ارائه کند. در این آزمون متغیرها بیشترین اثر خود را زمانی که به تنهایی برای اجرای مدل استفاده شده‌اند، نشان می‌دهند و مفیدترین اطلاعاتی را که به همراه خود دارند، ارائه می‌دهند.

نتایج

ارزیابی کیفیت مدل‌سازی

منحنی ROC مدل‌سازی برای میانگین اجراها به همراه انحراف معیار آن در شکل ۳ نشان داده شده است. میزان AUC (مساحت زیر منحنی) ۰/۸۹ است که نشانگر پیش‌بینی خوب مدل در مقابل AUC با مقدار ۰/۵ تصادفی بودن پیش‌بینی است (binomial test, $p<0.001$).

پیش‌بینی پراکنش خرس‌های قهوه‌ای ماده در منطقه حفاظت شده البرز مرکزی

نقشه پیوسته پراکنش و طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاه و مناطق نامطلوب (مناسب و نامناسب) خرس قهوه‌ای در منطقه البرز مرکزی در شکل ۴ نشان داده شده است. نقشه پیوسته پراکنش برای تفسیر بهتر و استفاده در برنامه‌های مدیریتی و حفاظت کارآمد به‌صورت خام و درجه‌بندی ارائه شده است. محدوده امن البرز مرکزی که بخشی از آن در البرز مرکزی شمالی و بخشی در البرز مرکزی جنوبی امتداد دارد، منطقه‌ای است که یک محدوده زادآوری ماده‌ها تشخیص داده شده است.

این دو دامنه شمالی و جنوبی به لحاظ ارتفاع و پوشش گیاهی، تشابه فراوانی دارند. خرس‌های قهوه‌ای ماده غالباً در ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متر، به دور از مناطق انسانی و روستاها، جاده‌ها و همچنین به دور از جنس نر و پیامدهای توله‌کشی[1]، در بهار و تابستان، زمانی که توله‌ها در اولین ماه‌های حیات خود هستند، زیست می‌کنند. به منظور افزایش امنیت توله‌ها، آنها از هرگونه اختلال دوری می‌کنند.

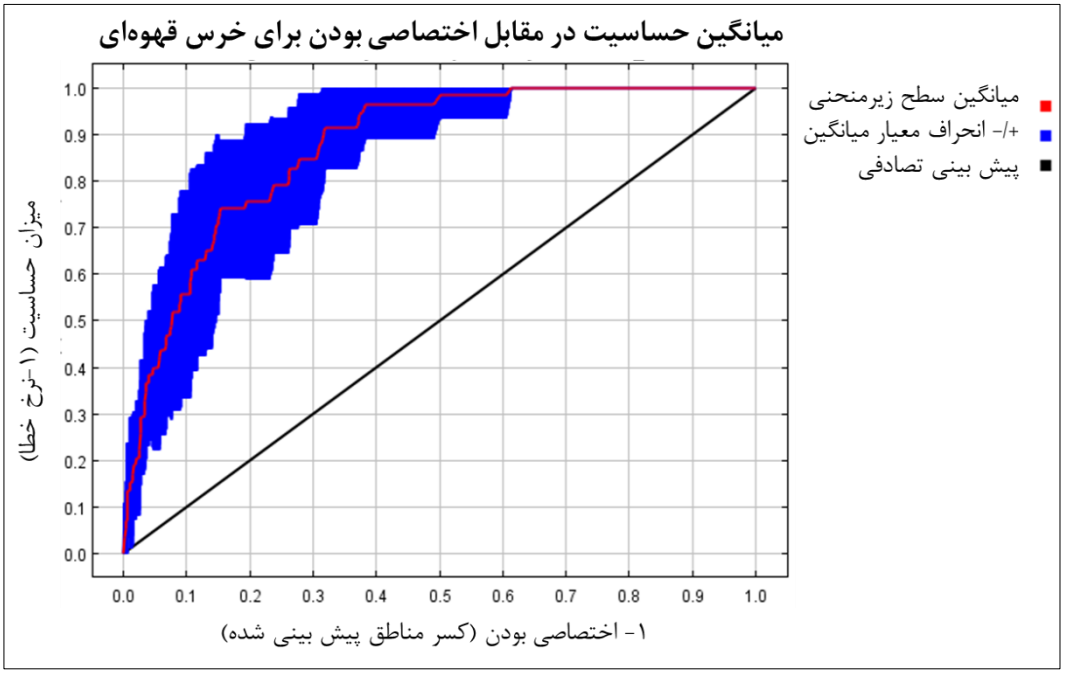
اهمیت متغیرها

نتایج حاصل از روش بیشترین بی‌نظمی سهم هر یک از متغیرها را در پراکنش گونه مشخص می‌کند که در جدول ۲ نشان داده شده است. سهم هر یک از متغیرهای زیست‌محیطی داده‌های تعلیمی در هر بار تکرار سنجیده می‌شوند و در مرحله بعد به اهمیت متغیر افزوده می‌شود و در نهایت، درصد اهمیت نسبی هر متغیر مشخص می‌شود. با توجه به جدول ۲ متغیر شاخص ارتفاع با ۲۹/۲٪ و اثر ردپای انسانی با ۱۹/۵٪ بیشترین سهم مشارکت را داشته و متغیر جهت با ۱/۵٪ کمترین سهم و تأثیر را دارد.

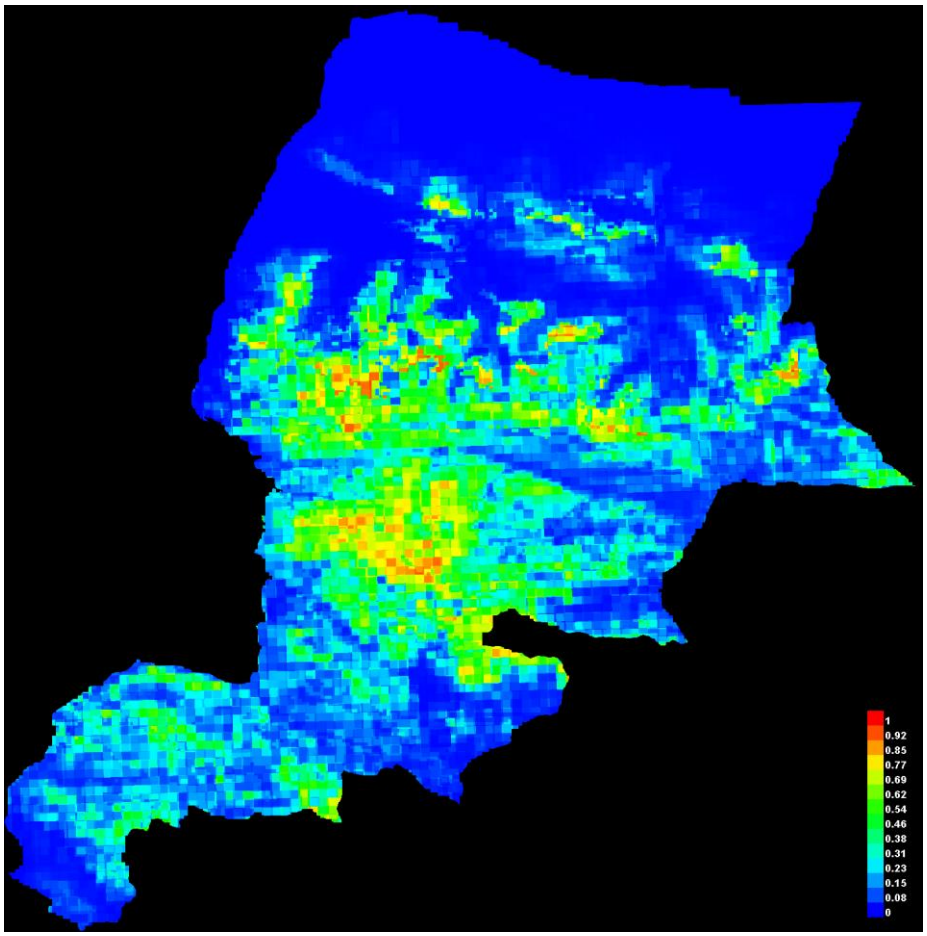
جدول ۲. درصد سهم نسبی متغیرهای زیست محیطی در پراکنش خرس قهوه‌ای در منطقه البرز مرکزی

متغیر	درصد مشارکت	اهمیت نسبی در مدل
شاخص ارتفاع	۲۹,۲	۱۰,۷
اثر ردپای انسانی	۱۹,۵	۱۵,۴
پوشش گیاهی	۱۷,۴	۱۳,۷
شیب	۱۶,۵	۶,۳
بارندگی سالیانه	۶,۹	۱۱,۲
بارندگی در سردترین فصل سال	۵,۲	۶,۱
انحراف معیار دمای فصلی	۳,۹	۳۵,۷
جهت	۱,۵	۰,۹

1. Infanticide



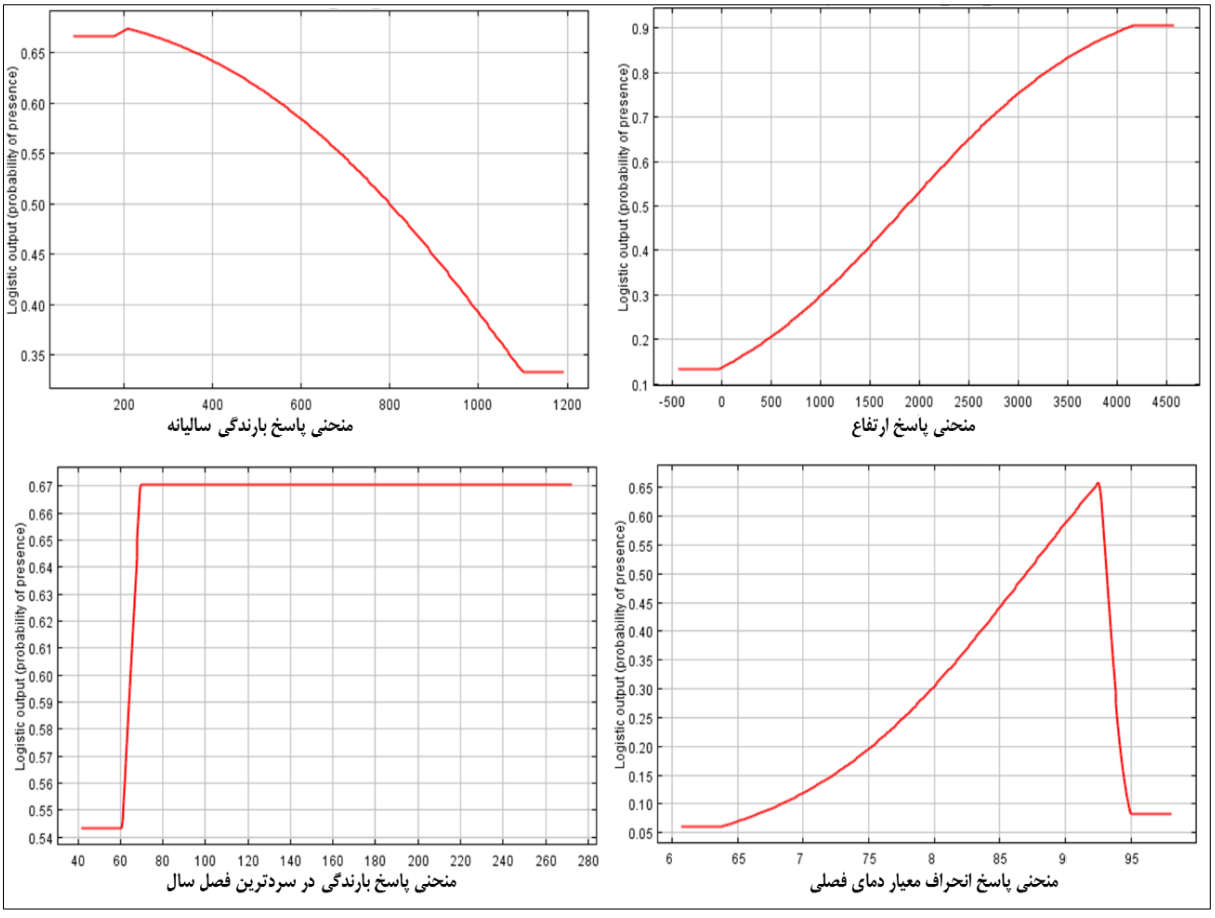
شکل ۳. منحنی بررسی اعتبار مدل (ROC) و مقدار سطح زیرمنحنی (AUC) مدل‌سازی پراکنش خرس قهوه‌ای در منطقه البرز مرکزی



شکل ٤. نقشه پیوسته و طبقه‌بندی مطلوبیت زیستگاهی خرس قهوه‌ای (پراکنش) در محدوده البرز مرکزی

منحنی‌های پاسخ

منحنی‌های پاسخ در محورx خود مقادیر پارامترهای مـحیطی و در محور y تابع عکس‌العمل بر اساس مقادیر مطلوبیت محاسبه‌شده توسط هر مدل را نشان می‌دهد (شکل ۵). بدین ترتیب می‌توان مقادیری از هر متغیر را کـه بیشترین احتمـال حضور گونه را فراهم می‌آورد، شناسایی کرد. بر این اساس، محدوده‌های خاصی از مجموعه‌ای از پارامترهای اقلیمی، توپوگرافیک، انسانی و پوشش گیاهی مهمترین عوامل مؤثر بر توزیع و تشکیل‌دهنده آشیان بوم‌شناختی خرس قهوه‌ای در منطقه حفاظت شده البرز مرکزی است. بر اساس نتایج آزمون جک نایف تعلیمی بارندگی سالیانه مهمترین متغیر در پیـش‌بینی زیستگاه خرس‌های قهوه‌ای ماده است. بهترین سطح بارندگی به میزان ۲۰۰ تا ۴۰۰ میلی‌متر است و پس از آن با افزایش میزان بارندگی، به تدریج از مطلوبیت زیستگاه کاسته می‌شود. شاخص تغییرات ارتفاع که دومین عامل تأثیرگذار در مطلوبیت زیستگاه است، نشان داد که افزایش ارتفاع موجب افزایش مطلوبیت زیستگاه گونه خواهد شد. بالاترین ارتفاع مشاهده شده گونه در منطقه مورد مطالعه ۴۰۳۰ متر از سطح دریا در قله وروشت است. با افزایش بارندگی در سردترین فصل سال از میزان ۷۰ تا ۲۷۰ میلی‌متر، زیستگاه بیشترین مطلوبیت را برای گونه دارد. بهترین دما برای زیست گونه در محدوده ۹ درجه سانتی‌گراد قرار دارد. تغییرات دمای فصلی در پایین‌تر از این دما با شیب ملایم و در بالاتر از این دما با شیب تند از مطلوبیت زیستگاه کم می‌کند.



شکل ۵. منحنی‌های پاسخ خرس قهوه‌ای به مهمترین متغیرهای محیط زیستی

آزمون جک نایف

آزمون جک نایف برای ارزیابی اهمیت متغیرهای پیش‌بینی‌کننده است. در این رویکرد متغیرهای پیش‌بینی‌کننده با کمترین اهمیت از مدل مشخص شده و از مدل‌های بعدی کنار گذاشته می‌شوند. براساس آزمون جک نایف، میزان بهره‌ای که متغیرها در آزمون تعلیمی تنظیم شده در ساخت مدل برده‌اند بسیار بالا بوده و این بدان معنی است که انتخاب متغیرها در پیش‌بینی مدل به درستی صورت گرفته است. با توجه به آزمون، متغیر پوشش گیاهی متغیری است که با حذف آن شاهد بیشترین کاهش AUC هستیم و لذا منحصر به فردترین اطلاعات را در اختیار قرار می‌دهد. همان‌طور که در آزمون مشخص است متغیر بارندگی سالیانه و سپس تغییرات ارتفاع بیشترین مقدار را ایجاد می‌کنند و در نتیجه بیشترین اهمیت را در میان سایر متغیرهای مدل برای پیش‌بینی مطلوبیت زیستگاه دارند.

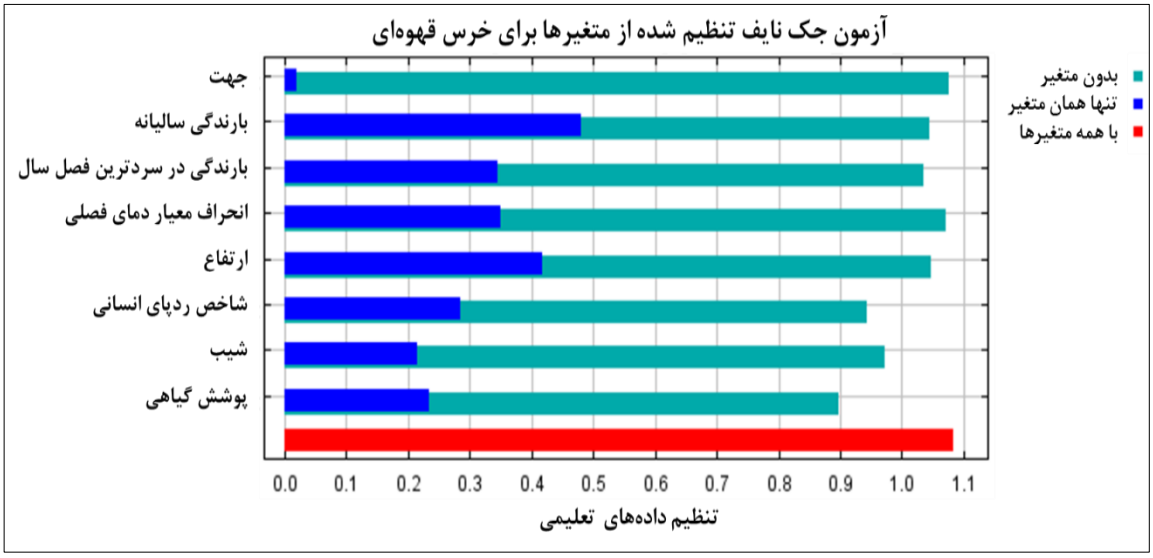
بحث و نتیجه‌گیری

حضور خرس قهوه‌ای در ۲۲ استان کشور ثبت شده است (Nezami, 2008; Ataie, 2009) و این درحالی است که براساس (Swenson *et al*., 1994) تنها در بخش محدودی از گستره پراکندگی به زادآوری می‌پردازد که از آنها به عنوان زیستگاه‌های منبع یاد می‌شود. لذا حضور آن در گستره زیاد نباید موجب این گمان شود که گونه در گستره زیاد با جمعیت مناسب زیست دارد. براساس (Nezami, 2008; Ataie, 2009; Ataie *et al*., 2009) محدوده امن البرز مرکزی مهمترین محدوده زادآوری خرس‌های ماده در ایران است که براساس تمامی گزارش‌های ثبت شده، بیشترین سطح تراکم جمعیتی و زادآوری خرس قهوه‌ای را در کشور دارد. امنیت منطقه و دور از دسترس بودن نقش مهمی در انتخاب زیستگاه زادآوری برای خرس‌ها دارد (Gholamhosseini *et al*., 2010). یک محدوده زادآوری منطقه‌ای با امنیت بسیار بالا و دور از دسترس خرس‌های نر و مناطق زیست انسان است که خرس‌های ماده فصل‌های بهار و تابستان را سپری کرده، در آن زادآوری داشته و زیستگاه‌های همجوار چاهک را که زاد و ولد پایینی دارند حمایت می‌کند (Swenson, 1994; Nezami, 2014). در زیستگاه‌های با زادآوری گونه نیز محدوده زادآوری ماده‌ها تنها بخش کوچک و امن‌ترین بخش از هر زیستگاه است. این زیستگاه معمولاً در مرکز هر منطقه و با فاصله دور از هر کدام از عوارض و سازه‌های انسانی قرار دارد.

براساس بررسی‌های میدانی، در این محدوده خرس‌های ماده به همراه توله‌های خود تنها در طول ماه‌های اردیبهشت تا مرداد در محدوده زادآوری خود که شامل محدوده امن البرز مرکزی است دیده می‌شوند. در این دوره توله‌ها در اولین ماه‌های حیات خود بوده و نیازمند حفاظت بالاتری هستند.

خرس‌های نر در این دوره در خطرناکترین و تهاجمی‌ترین شرایط رفتاری هستند؛ چرا که براساس مشاهدات متعدد میدانی، زمان جفتگیری آنها از اواسط خرداد تا اواخر تیر ثبت شده است. براساس بررسی‌های میدانی، نرها به نسبت ماده‌ها در دوره کوتاه‌تری دیده شده‌اند و به نظر که نرها نرخ پراکندگی بیشتری نسبت به ماده‌ها دارند (Swenson *et al*., 1998, Kojola *et al*., 2003, Jerina & Adamic, 2008).

کارایی مدل مکسنت در پیش‌بینی پراکندگی خرس قهوه‌ای بالا است و قادر به ایجاد نقشه‌های پراکنش با استفاده از داده‌های رقومی مربوط به متغیرهای زیست‌محیطی است. عوامل مؤثر بر انتخاب زیستگاه و تعیین مناطق مطلوب زادآوری حاکی از آن بود که متغیرهای تغییرات ارتفاع، افزایش بارندگی در سردترین فصل سال و انحراف معیار دمای فصلی، نقش مهمی در مطلوبیت زیستگاه زادآوری خرس قهوه ای دارند.



شکل ٦. آزمون جک نایف تعلیمی (train) برای بررسی اهمیت هر کدام از متغیرهای محیط زیستی در توسعه مدل

بارندگی‌ها و برف زمستانه ارزش و مطلوبیت زیستگاه در فصل بهار را افزایش داده و سطح پوشش گیاهی و میوه‌ها و جمعیت حیات وحش سمدار را می‌افزاید. با توجه به اینکه میزان نزولات آسمانی در البرز بیش از زاگرس است، لذا به نظر می‌رسد برخلاف زاگرس، که خرس‌ها در مناطق پر باران‌تر دیده می‌شود، در البرز اینگونه نیست (Gholamhosseini *et al.*, 2010; Zarei *et al.*, 2015) و خرس‌ها در این فصل در مناطق با شدت بارندگی کمتر دیده می‌شوند. در ارتفاعات محدوده مورد مطالعه، از ۲۰۰۰ متر به بالا غالباً مراتع کوهستانی است و تنها در بخش‌های شمالی پوشش جنگلی برگ‌ریز است. در زاگرس نیز بیشترین حضور خرس‌ها مربوط به ارتفاع ۲۰۰۰ تا ۲۴۰۰ متر است (Gholamhosseini *et al.*, 2010). چنین به نظر می‌رسد که جمعیت‌های این گونه در آمریکای شمالی نیز مناطق باز را ترجیح می‌دهند (Gutleb & Ziaie, 1999; Wilson & Ruff, 1999). براساس (Nielsen *et al.*, 2006; Nawaz, 2008; Nezami, 2014) نیز، ماده‌های بالغ زیستگاه‌های با پوشش علفی گیاهان یک‌ساله و جنگل‌های برگ‌ریز را ترجیح داده و به شدت از زیستگاه‌های نزدیک به انسان و زیستگاه‌هایی که در آنها نرها حضور دارند دوری می‌کنند. در زاگرس این گونه در ۸۰ درصد پراکندگی خود مناطق کوهستانی را انتخاب کرده است (Gholamhosseini *et al.*, 2010). همچنین براساس بررسی‌های میدانی، عامل دما برای خرس‌ها محدودیت ایجاد کرده و با گرم شدن دما، بویژه در بازه زمانی ۱۱ تا ۱۵ این گونه ترجیح می‌دهد به استراحت نیمروزی بپردازد. در زاگرس نیز در حدود ۹۰ درصد موارد در مناطق سرد و فوق سرد گزارش شده است (Gholamhosseini *et al.*, 2010). افزایش شیب، موجب می‌شود تا ماده خرس‌ها از خرس‌های تنها، بویژه خرس‌های نر و انسان در امان باشند. در زاگرس در ۸۰٫۶ درصد موارد، نمایه‌های حضور این گونه در شیب‌های ۱۰ تا ۳۰ درصد مشاهده شده است (Gholamhosseini *et al.*, 2010)؛ چرا که براساس فیزیولوژی، آنها سازگاری بالایی در بالا رفتن از شیب‌های تند دارند. مشاهدات میدانی از حمله خرس نر به ماده و توله‌ها ثبت شده است که در آن ماده خرس به پرتگاه‌ها و صخره‌های با شیب تند پناه برده است. مطالعات (Ataie *et al.*, 2009) در محدوده بخش جنوبی البرز نیز مؤید این نتایج است. مطالعات Nawaz (2008) در پاکستان نشان داد که عموماً خرس‌ها از ارتفاعات بالاتر و شیب تندتر اجتناب می‌کنند؛ در نتیجه

احتمالاً ماده‌ها این زیستگاه‌ها را که نرها در آن کمتر دیده می‌شوند، ترجیح می‌دهند؛ اگرچه تمام گستره کوهستانی کشور، زیستگاه خرس‌های قهوه‌ای هستند (Nezami, 2012) و مطالعه خرس‌ها در بخش هیمالیایی پاکستان نیز مؤید این الگوی رفتار است و تقریباً تمام مراتع کوهستانی هیمالیا، به جز مناطق سنگی و تحت پوشش برف به عنوان زیستگاه مناسب یا به‌طور بالقوه مناسب خرس‌ها است (Nawaz, 2008).

پیشنهادات حفاظتی

براساس گردآوری اطلاعات تلفات گونه در منطقه، سالانه حداقل پنج مورد تلفات انسانی از خرس در منطقه گزارش می‌شود. با وجودی که منطقه مورد مطالعه، پرتراکم‌ترین زیستگاه خرس قهوه‌ای در کشور است اما کمبود برنامه‌ریزهای حفاظتی مناسب و کارآمد و تعداد محیط بانان کم می‌تواند آسیب‌هایی را به جمعیت این گونه در منطقه وارد کند.

محدوده‌های نسن تا دونا به دلیل کوریدور عبوری بودن خرس‌ها در بین دو دامنه شمالی و جنوبی البرز از اهمیت بسزایی برخوردار است. لذا پیشنهاد می شود یک پاسگاه فعال در کمربن وجود داشته باشد تا پست سیار محدوده را در بهار و تابستان تحت نظارت قرار دهد. همچنین تعارض کندوداران و کشاورزانی که در این مسیر باغات یونجه و شبدر کاری دارند با خرس‌ها از نظر حفاظتی بسیار اهمیت دارد. در اطراف محدوده روستاهای چتن، منجیر و سما در تمام سال خرس دیده می‌شود. لذا پاسگاه‌های فعال با هر شیفت کاری با دو محیطبان ضروری به نظر می‌رسد.

REFERENCES

Ashrafzadeh, M.R. (2015). Biogeography of Brown Bear in Iran [Ph. D thesis], University of Tehran.

Ataie, F. (2009). Habitat Suitability Modeling for Brown Bear (*Ursus arctos syriacus*) in Southern Alborz Protected Area with use of Ecological Niche Factor Analayses [Master Thesis], Islamic Azad University, Science and Technology Branch.

Ataie, F.; Karami, M., Kaboli, M. (2009). Summer Habitat Suitability for Brown Bear (*Ursus arctos syriacus*) in Southern Alborz Protected Area. Natural Environment Journal; 65 (2): pp. 235-245.

Austin, M.P. (2002). Spatial prediction of species distribution: an interface between ecological theory and statistical modeling. Ecological Modeling; 157: 101-118.

Boyce, M.S.; Blanchard, B.M.; Knight, R.R.; Servheen, C. (2001). Population viability for grizzly bears: a critical review. International Association of Bear Research and Management; Monograph Series Number; 4, p. 39.

Carpenter, G.; Gillson, A.N.; Winter, J. (1993). DOMAIN: a flexible modeling procedure for mapping potential distributions of plants and animals. Biodiversity and Conservation; 2: pp. 667-680.

Carroll, C.; McRae, B.; Brookes, A. (2012). Use of linkage mapping and centrality analysis across habitat gradients to conserve connectivity of gray wolf populations in western North America. Conservation Biology; 26, pp. 78-87.

Crook, A. (2001). Amulti-scale assessment of den section of Louisiana balck bear (*Ursus americanus luieous*) in northern and central Louisiana, M. Sc. Thesis, University of victoria.

Crooks, K.R.; Burdett, C.L.; Theobald, D.M.; Rondinini, C.; Boitani, L. (2011). Global patterns of fragmentation and connectivity of mammalian carnivore habitat. Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological; 366, pp. 2642-2651.

Darvishsefat, A.A. (2006). Atlas of Protected Areas of Iran: Iranian Department of the Environment; p: 81.

Dickson, B.G.; Roemer, G.W.; McRae, B.H.; Rundall, J.M. (2013). Models of regional habitat quality and connectivity for pumas (*Puma concolor*) in the southwestern United States. PLoS ONE 8, e81898.

Erfanian, B.; Mirkarimi, S.H.; Mahini, A.S.; Rezaei, H.R. (2013). A presence-only habitat suitability model for Persian leopard *Panthera pardus saxicolor* in Golestan National Park, Iran. Wildlife Bioligy; 19, pp. 170–178.

Etemad, E. (1985). Mammals of Iran. 2nd Volume: Iranian Department of the Environment; p: 245.

Franklin, J. (2010). Mapping Species Distributions: Spatial Inference and Prediction. Cambridge University Press; Cambridge, UK.

Gholamhosseini, A.; Esmaeili, H.R.; Ahani, H.; Teimory, A.; Ebrahimi, M.; Kami, H.Gh. and Zohrabi, H. (2010). Study of topography and climate effects on brown bear *Ursus arctos* (Linneaus, 1758): Carnivora, Ursidae distribution in south of Iran with use of Geographic Information System (GIS). Iranian Journal of Biology; 23, 2: pp. 215-233.

Guisan, A.; Tingley, R.; Baumgartneret, J.B. (2013). Predicting species distributions for conservation decisions. Ecology Letters; 16, pp. 1424-1435.

Guisan, A.; Zimmermann, N.E. (2000). Predictive habitat distribution models in ecology. EcologicalModelling; 135, pp. 147-186.

Gutleb, B.; Ghaemi, R.A.; Kusak, J.; (2002). Brown Bear in Iran. International Bear News; 11(4): 20.

Gutleb, B.; Ziaie, H.; (1999). On the distribution and status of the Brown Bear, *Ursus arctos*, and the Asiatic Black Bear *U. thibetanus* in Iran. Zoology in the Middle East; 18(1): 5-8.

Hijmans, R. J.; Cameron, S.E.; Parra, J. L.; Jones, P.G.; Jarvis, A. (2005, December). Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25(15), pp. 1965-1978.

Hirzel, A.H.; Hausser, J.; Chessel, D.; Perrin, N. (2002). Ecological-niche factor analysis: how to compute habitat-suitability maps without absence data? Ecology; 83, pp. 2027–2036.

Jerina, K.; Adamic, M.; (2008). Fifty years of brown bear population expansion: Effects of sex-biased dispersal on rate of expansion and population structure. Journal of Mammalogy; 89: pp. 1491–1501.

Kiabi, B.; Dareshuri, B.; Madjounian., H. (1994). Golestan National Park: Department of the Environment, Tehran, p.172.

Knight, R.R.; Eberhardt, L.L. (1985). Population dynamics of Yellowstone grizzly bears. Ecology; 66, pp. 323–334.

Kojola, I.; Danilov, P.I.; Laitala, H.M.; Belkin, V.; Yakimov, A. (2003). Brown bear population structure in core and periphery: analysis of hunting statistics from Russian Karelia and Finland. Ursus; 14(1): pp. 17-20.

McRae, B.H.; Beier, P. (2007). Circuit theory predicts gene flow in plant and animal populations. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.; 104, pp. 19885–19890.

Nawaz, M.A. (2008). Ecology, Genetics and Conservation of Himalayan Brown Bears. PhD Thesis. Department of Ecology and Natural Resource Management, Norwegian University of Life Sciences, p. 224.

Nezami, B.; (2014). Seasonal food habits of brown bear (*Ursus arctos syriacus* Linnaeus, 1758) in Cenral Alborz Protected Area. Taxonomy and Biosystematics, 6th Year, No. 19, Summer 2014.

Nezami, B. (2012). Ecomorphology of Brown Bear (*Ursus arctos*) skull in Iran Using Geometric Morphometric methods [Ph. D Thesis], Islamic Azad University, Science and Technology Branch.

Nezami, B. (2008). Ecology of Brown Bear (*Ursus arctos*) in Central Alborz Protected Area, Master Thesis, Islamic Azad University, Science and Technology Branch.

Nezami, B.; Farhadinia, M.S. (2011). Litter sizes of Brown Bears in the Central Alborz Protected Area, Iran. Ursus; 22(2): pp. 167–171.

Nezami, B.; Farhadinia, M.S.; Sinakaei, Y.; Nosrati, M. (2010). The First Ecological Study on Brown Bear (*Ursus arctos*) in Iran: North Central Alborz Protected Area. Poster in 19th International Conference on Bear Research and Management; Georjia.

Nielsen, S. E.; Stenhouse, G. B.; Boyce, M. S. (2006). A habitat-based framework for grizzly bear conservation in Alberta. Biological Conservation; 130: pp. 217-229.

Pearson, R.G.; Dawson, T. P. (2003). Predicting the impacts of climate change on the distribution of species: Are bioclimate envelope models useful? Global Ecoligy Biogeography; 12: pp. 361-371.

Phillips, S.J.; Anderson, R.P.; Schapire, R.E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling; 190: pp. 231-259.

Phillips, S. J.; Dudík, M.; Elith, J.; Graham, C.H.; Lehmann, A.; Leathwick, J.; Ferrier, S. (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: Implications for background and pseudo-absence data. Ecological Applications; 19, pp. 181-197.

Phillips, S.J.; Dudik, M.; Schapire, R.E. (2004). A maximum entropy approach to species distribution modeling. In: Proceed. of the 21st Int. conf. on Machine Learning, AcM Press, New York; pp: pp. 655-662.

Rabinowitz, A.; Zeller, K.A. (2010). A range-wide model of landscape connectivity and conservation for the jaguar, *Panthera onca*. Biological Conservation; 143, pp. 939–945.

Revilla, E.; Wiegand, T. (2008). Individual movement behavior, matrix heterogeneity and the dynamics of spatially structured populations. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America; 105, pp. 19120–19125.

Robertson, M.P.; Caithness, N.; Villet, M.H. (2001). APCA based modelling technique for predicting environmental suitability for organisms from presence records. Diversity and Distributions; 7: pp. 15-27.

Rodriguez, J.P.; Brotons, L.; Bustamante, J.; Seoane, J. (2007). The application of predictive modelling of species distribution to biodiversity conservation. Diversity and Distributions; 13, pp. 243–251.

Sathyakumar, S. (2006). The status of brown bears in India. Understanding Asian bears to secure their future. pp: 7-11. Japan Bear Network, Ibaraki, Japan.

Sergio, F.; Caro, T.; Brown, D.; Clucas, B.; Hunter, J.; Ketchum, J.; McHugh, K.; Hiraldo, F. (2008). Top predators as conservation tools: ecological rationale, assumptions, and efficacy. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics; 39, pp. 1–19.

Seryodkin, I.V.; Kostyria, L.V.; Goodrich, J. M.; Miquelle, D.G.; Smirnov, E.N.; Kerley, L.L.; Quigley, H.B.; Hornocker, M.G. (2003). Denning ecology of brown bears and Asiatic black bears in the Russian Far East. Ursus; 14(2): pp. 153-161.

Swenson, J.E.; Sandegren, F.; Soedeberg, A. (1998). Geographic expansion of an increasing brown bear population: evidence for presaturation dispersal. J. Anim. Ecol.; 67, pp. 819–826.

Swenson, J.E.; Sandegren, F.; Bjarvall, A.; Soderberg, A.; Wabakken, P.; Franzen., R. (1994). Size, trend, distribution and conservation of the brown bear *Ursus arctos* population in

Sweden. Biological Conservation; 70: pp. 9–17.

Thuiller, W.; Broennimann, O.; Hughes, G.; Alkemade, J.R.M.; Midgley, G.F.; Corsi, F. (2006). Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions. Glob. Chang. Biol.; 12, pp. 424–440.

Wiegand, T.; Naves, J.; Stephan, T.; Fernandez, A. (1998). Assessing the risk of extinction for the brown bear (*Ursus arctos*) in the Cordillera Cantabrica, Spain. Ecological Applications; 68, pp. 539–570.

Wilson, D.; Ruff, S. (1999). The Smithsonian Book of North American Mammals. Washington: Smithsonian Institution Press in: http. //animaldiversity. ummz.umich.edu.

Zarei, A.A; Abedi, S.; Mahmoodi, M.; Peyrovi Latif, Sh. (2015). Habitat Assessment of Brown Bear (*Ursus arctos syriacus*) Hibernation Densite with use of Generalized Linear Model (GLM) and Geographically Weighted Logistic Regression (GWR) in South of Iran. Practical Ecology; 4 (4), Winter.

Ziaie, H. (2008). A field guide to the Mammals of Iran. Iranian Wildlife Center, Tehran, Iran; pp. 271-273.